

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA- JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
TERIOLOOGIA ÕPPETOOL

Maarja Poska

**MAISMAAIMETAJATE RUUMITAJU JA
LIIKUMISMUSTRITE KUJUNEMINE
LOODUSMAASTIKES**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Jaanus Remm

TARTU 2015

Sisukord

1. Sissejuhatus	5
2. Imetajate liikumise motivaatorid	7
3. Loomade liikumismustrite uurimise meetodid	9
3.1. Telemeetria	9
3.2. Rajakaamerad.....	9
3.3. Maastikugeneetika	9
4. Ruumitaju kujunemine	11
4.1. Ruumitaju ja selle seos kujutluskaardiga.....	11
4.2. Orienteerumisviisid.....	12
5. Loomade liikumisega seotud populatsioonidünaamika.....	14
6. Maanteeohutus.....	16
7. Loomade liikumismustrite sobitamine taristu ja linnakeskkonnaga.....	18
7.1. Rakenduste seos imetajate liikumismustrite ja ruumitajuga.....	18
7.2. Rakenduste tüübid.....	18
7.2.1. Tarad.....	18
7.2.2. Ökoduktid.....	19
7.2.3. Tunnelid	19
7.2.4. Kallasrajaga tunnelid.....	20
7.2.5. Loomade liikumise hoiatussüsteemid	20
7.2.6. Võimalused veekanalitesse uppumise ärahoidmiseks.....	20
7.2.7. Rakendused linnakeskkonnas.....	21
7.3. Loomaläbipääsude asupaigavalik	21
8. Looduskaitseelised rakendused	23
9. Võõrliigid	25
10. Kahjurliigid.....	27
11. Uurimisvajadus.....	28
12. Arutelu	29
Kokkuvõte	32
Summary.....	33
Tänuavaldused	34
Kasutatud kirjandus	35
Kaudselt viidatud allikad	39
Internetiallikad	39

1. Sissejuhatus

Imetajad asustavad väga erinevaid keskkondasid, näiteks vesi, maapind, pinnas, puuvõrad. Imetajate klassi esindajad on maakeral pea kõikjal levinud. Kuna imetajatel on väga hea termoregulatsioonisüsteem, ei sõltu nende liikumine jahedas kliimas aastaegadest nii palju kui kõigisoojastel loomadel. Lisaks katavad maismaaimetajate nahka karvad, mis kaitsevad nahka vigastuste, sooja ja külma eest. Seetõttu suudavad mõned imetajad elada pooluste läheduses. Imetajate liikumismustrid on keerulised ja seetõttu on neil vaja head ruumitaju võimalikult täpselt orienteerumiseks. Ruumitaju on võime tajuda ruumis paiknevate objektide suurust, kuju, värvust, asetsust ja liikumist. Viimasel sajandil on tehnoloogilised uuendused rohkelt parandanud loomade liikumise uurimisvõimalusi, seda läbi erinevate jälgimisseadmete. Kõige rohkem on erinevad jälgimisseadmed lihtsustanud raskesti uuritavate liikide liikumise ja käitumise seiret.

Inimeste arvukus tõuseb ning järjest suuremad alad urbaniseeruvad, mis vähendab loomade elupaikadeks sobivat ala ning samuti killustab elupaiku. Lisaks muudavad kliimamuutused liikide säilimise ennustamise keeruliseks ning võivad mõjutada suuri liikumismustreid, mistõttu võivad lüheneda rändeteed või ränded lausa ära jääda (Harris *et al.*, 2009). Kuna üha rohkem liike satub elupaikade killustatuse ja kliimamuutuste tõttu ohtu, on levimiskäitumise uurimise tähtsus viimasel ajal oluliselt suurenenud (Clobert *et al.*, 2009).

Imetajate ruumitaju kujunemise uurimine võimaldab teada saada, kas loomade negatiivsed kogemused inimestega võivad piirata liikumist teede ja inimasulate läheduses. Negatiivsed kogemused vähendavad loomade võimalust liikuda elupaikade vahel. See võib tähendada seda, et väikeste ning isoleeritud populatsioonide vaheline maastiku ühendatavus ehk sidusus on veelgi halvem, kui varem arvati (Stronen *et al.*, 2012). Loomade ruumitaju ja liikumismustrite kujunemise uurimine võimaldab luua paremaid rakenduslikke lahendusi, mis aitavad elupaikade killustatust ja kahjurliikide mõju vähendada.

Käesolev töö selgitab erinevate uuringute põhjal, kuidas kujuneb imetajatel välja ruumitaju inimtegevusest otseselt mõjutamata ja inim mõjulistes loodusmaastikes. Ruumi tajumise põhjal kujunevad välja erinevad liikumismustrid, sest see, kuidas loom ruumi tajub, mõjutab tema liikumise iseärasusi. Samuti püüab käesolev töö leida seletusi imetajate liikumismustrite

väljakujunemise kohta loodusmaastikes. Lõputöö rakenduslik väärtus seisneb inimese ja loomastiku vaheliste konfliktolukordade lahendamiseks ning keskkonna planeerimiseks vajaminevate uuringute lihtsustamises.

2. Imetajate liikumise motivaatorid

Loomade liikumine võib olla motiveeritud erinevatest vajadustest: liikumine kodupiirkonnas, levimine uusi elupaiku otsides, rändamine teatud perioodil sigimispaika ja hiljem tagasi toitumispaika. Elupaiga valikul on tähtsamaiks ressursiks toit ja varjupaik, milleks võib olla näiteks pesa või urg (Hansson, 2002). Varju võib pakkuda taimkate, kuhu kiskjate eest peituda (Malo *et al.*, 2013; Zapletal *et al.*, 2015). Need ressursid ei pruugi asuda koos samas paigas ja seega kujuneb välja liikumismuster eri ressurside asukohtade vahel. Mida kaugemale peab pesapaigast toiduotsingule minema ja seega mida vähem toitu on piirkonnas saadaval, seda suurem on imetaja kodupiirkond ehk ala, kus isend liigub, et toituda, paarituda ja järglaste eest hoolitseda (South, 1999). On leitud, et isegi territoriaalsetel loomadel võivad kodupiirkonnad kattuda (South, 1999). Selle põhjuseks võivad olla vähesest toiduressursist tingitud suured kodupiirkonnad, kus territoriaalsed loomad ei suuda pidevalt territooriumit kaitsta ja kontrollida, sest nad ei satu piisavalt tihti oma territooriumi äärealadele.

Mõni toit, näiteks seemned, on ajutine ja elupaigast sõltuv ressurss. Parasvöötmes on seemned oluliseks kõrgkvaliteetseks toiduks sügisel ja talvel ning urgudes säilitamise korral isegi kauem. See motiveerib seemnesööjaid pisiimetajaid liikuma ja elama asuma parasvöötme seemnepuude lähedusse. Kuna tavaliselt on nendeks lehtpuud, mis langetavad külma saabudes lehed, tekib imetajatel probleem varjupaiga ja kaitse leidmisega. Seega vajadus ajutisele seemneressursile ehk motivaator mingi ressursi juurde liikumiseks, toob endaga kaasa paljastatuse ilmastikule ja kisklusele. Lahenduseks on võimalik leida seemneid okasmetsadest. On leitud, et Lõuna- ja Kesk-Rootsi parasvöötme okasmetsad pakuvad aga limiteeritud ressursi, kuna need ei jõua metsaraie tõttu täieliku küpsuseni. (Hansson, 2002)

Imetajaid võivad levima sundida inimeste lähedus, infrastruktuurid, kisklus, toidupuudus, konkurents (Fahrig & Rytwinski, 2009; Benítez-López *et al.*, 2010). Liikumist põhjustab eelkõige toiduressursi ebaühtlane jaotumine ruumis (South, 1999). Pidevalt samas kohas toitudes väheneb toiduressursi kättesaadavus ja seetõttu on loomal optimaalne toituda erinevates paikades (Clobert *et al.*, 2009). Seetõttu liiguvad imetajad järgmisesse elupaika. Samuti võivad imetajad levida seetõttu, et uued alad muutuvad sobivateks elupaikadeks.

Näiteks kliimasoojenemise tõttu võivad imetajad elama asuda põhjapoolsematele või vertikaalselt kõrgematele aladele (Clobert *et al.*, 2009).

Levimisstaadiumeid jagatakse kolmeks: väljaränne, levimine ja asustamine. Tegelikult toimub peale asustamist ka arvukuse tõus või langus, juhul kui valiti mittesobiv elupaik. On leitud, et levik sõltub fenotüübist (füsioloogia, iseloom, kogemused) ja välistest signaalidest (inbriidingu oht, konkurents sugulaste vahel, elupaiga kvaliteet). Maastikumastaabis liiguvad nii isendid kui ka informatsioon elupaikade vahel. Liigikaaslased on oluliseks sotsiaalse info allikaks. Tänu neile ei pea kõik isendid kulutama maastiku uurimisele ja uute elupaikade otsimisele ressursse, vaid võivad uue varjupaiga tuvastada liigikaaslaste lõhna abil. Sisserändajate välimuse ja iseloomu põhjal võidakse otsustada elutingimuste üle ümbritsevates populatsioonides. Seega ümbritsevate objektide, näiteks liigikaaslaste, omaduste tajumine võib vähendada energiakulu ja soodustada levikut. (Clobert *et al.*, 2009)

Rännet eristab levikust asjaolu, et imetajad rändavad sessoonsete muutuste tõttu elupaikade vahel. Rände ajendiks võivad olla sessoonset erinevused toidu ja pinnavee kättesaadavuses, lume sügavuses ja taimkatte niiskustasemes (Harris *et al.*, 2009). Ränne toimub eelkõige toitumispaigast sigimispaika, kus on paremad võimalused järglaste saamiseks ja ellujäämiseks ning hiljem toitumispaika tagasi. Põhja-Rootsis tehtud uuringus leiti, et rände ajal võib emaste põtrade (*Alces alces*) liikumiskäitumine muutuda (Singh & Ericsson, 2014). Reproduktiivsed järglastega emased rändavad kiiremini kui järglasteta emased. Leiti, et kui emane jääb oma järglasest ilma, muutub ta aeglasemaks. Järglasega emast motiveerib kiiremini talvistes elu- või sigimispaiakadesse liikuma järglaste parem ellujäämisvõimalus. Järglasest ilma jäänud emasel on kasulikum rännata aeglaselt, et süüa toitainerikast toitu ja vältida konkurentsi varasemate emastega.

3. Loomade liikumismustrite uurimise meetodid

3.1. Telemeetria

Loomade liikumismustrite uurimiseks on tänapäeval mitmeid erinevaid meetodeid. Palju kasutatakse telemeetrilisi uuringuid, kus loomale kinnitatud kaugjälgimisseade saadab teatud ajavahemike tagant raadiosidesignaali. Selle abil tuvastatakse looma asukoht ja/või teised looma seisundi näitajad (Sanderson, 1966). Tänapäeval on võimalik kasutada kaeluseid, mis võivad asukohapunktid saata sõnumi teel telefonisse. Samuti on kasutusel internetiühenduses olevad kaelused. Telemeetria meetodite abil on võimalik uurida pelglikke imetajaid, keda loodusesse jälgima minna on keeruline (Sanderson, 1966). Lisaks saab uurida imetajate rände- ja liikumisteid ning kodupiirkonna kasutust.

3.2. Rajakaamerad

Loomade olemasolu ja liikumist uuritakse ka rajakaamerate abil. Rajakaamera on kaamera, mis teeb läheduses toimunud liikumise korral foto või video ja salvestab selle koos kellaajaga mälukaardile või edastab mobiilside vahendusel (Rowcliffe *et al.*, 2008). Samuti võib rajakaamera salvestada või edastada pidevat videoülesvõtet. Rajakaamerate kasutuse muudab mugavaks asjaolu, et inimeste kohalolek ja kokkupuude loomaga pole vajalik. Näiteks saab kaamera kinnitada puule ning jäädvustatud fotod või video saata arvutisse ja mobiiltelefonisse. Juhul, kui leviühendust pole võimalik luua, tuleb käia kohapeal ja manuaalselt info arvutisse laadida. Seega pole rajakaamerate kasutamisel vaja loomale seadet kinnitada ega temaga kokku puutuda. Seetõttu on sellist meetodit hea kasutada tagasihoidlike, raskesti kättesaadavate ja keeruliselt märgistatavate liikide liikumise uurimiseks. Rajakaamerate abil on võimalik määrata liike, kui videol või fotol esineva isendi määramistunnused on nähtaval. Lisaks võib kaamera hea paigutuse korral jäädvustada loomade tegevust ja käitumisomapära. (Rowcliffe *et al.*, 2008; Connolly *et al.*, 2009)

3.3. Maastikugeneetika

Maastikugeneetika ühendab populatsiooni molekulaargeneetika maastikuökoloogiaga. See teadusharu uurib, kuidas maastik mõjutab populatsiooni geneetilist struktuuri. Seega võetakse maastikugeneetikas arvesse maastiku mõju populatsiooni mikroevolutsioonile. Loomade

liikumise seisukohalt on maastikugeneetika oluline, sest võimaldab uurida rännet, levimist ja sellest tulenevat geenivoolu ehk geneetilise materjali vahetust populatsioonide vahel. Lisaks võimaldab maastikugeneetika määrata elupaigalaikude killustatust ja märgata populatsioonide vahelisi ristumisbarjääre. (Manel *et al.*, 2003)

4. Ruumitaju kujunemine

4.1. Ruumitaju ja selle seos kujutluskaardiga

Ruumitaju on organismide võime tajuda ümbritsevate objektide paiknemist, liikumist, suurust, kuju ja teisi omadusi. Ruumi tajumisest sõltub, milline liikumismuster loomal välja kujuneb. Näiteks inimeste lähedust tajudes võivad loomad vastavat paika hakata vältima (Proctor *et al.*, 2005; Stronen *et al.*, 2012). Nii ruumi tajumine kui ka liikumismustrite väljakujunemine on lähedalt seotud ruumis orienteerumisega ehk oma asupaiga teadlikustamisega. Kõige edasiarenenum ja keerulisem orienteerumine ruumis on suvalisest alguspunktist sihtpunkti jõudmine (Tsoar *et al.*, 2011). Selleks on võimalik kasutada orientiire ehk maamärke ja nende põhjal koostatud kognitiivset kaarti ehk kujutluskaarti (Gallistel & Cramer, 1996; Tsoar *et al.*, 2011; Spencer, 2012). See on ettekujutus ruumist, orientiiridest ja nende paiknemisest (Spencer, 2012). Kujutluskaarti kasutab näiteks nahkhiir egiptuse öötiibur (*Rousettus aegyptiacus*), et jõuda kodust kaugelasuva viljapuuni, millel ta mitmel järjestikul ööl toitub (Tsoar *et al.*, 2011). Selleks, et iga kord sama puuni jõuda, orienteerub nahkhiir kaugete orientiiride järgi vastavalt kujutluskaardi seletusele (Tsoar *et al.*, 2011).

Tavaliselt modelleeritakse loomade liikumismudelid nii, et loomad leiavad ruumis ressursid üles juhuslikult ja on seega nende suhtes teadmatutes või vastupidi, liiguvad teadlikult ja täpselt ühest leiukohast järgmisesse. Tegelikult on ressursside asupaigad vaid osaliselt etteaimatavad eelnevalt saadud info põhjal. Selline info talletatakse ressursi asupaigas viibides kujutluskaarti, mida peab uuendama, et informatsioon püsiks ajakohane. Näiteks varasemalt talletatud teadmine toidu asupaigast võib muutuda väärtusetuks, sest konkurentide sünn, hukkumine või liikumine võivad mõjutada ressursi (toidu) olemasolu. On arvatud, et loomade territooriumite katvus väheneb informatsiooni hulga kasvuga, sest pole kasulik toituda alal, kus teine loom on hiljuti toitunud. Kui teadlikkus ressursi puudulikkusest territooriumi äärealade külastuse tõusuga kasvab, vähendatakse territooriumi katvust konkurendi omaga. (Spencer, 2012)

Liikuvatele organismidele on kasulik teada oluliste objektide asukohta, et neid vajadusel vältida või üles leida (Newcombe *et al.*, 1998). Kuna mingil alal pidevalt liikumine ja seega selle piirkonna hästi tundmine tõstab looma edukust sellel alal, on kasulik omada

kodupiirkonda (Spencer, 2012). Kodupiirkond on see osa kujutluskaartist, mida isend pidevalt uuendab. Kodupiirkonnas olev isend teab paremini, kus leidub hetkel toitu, kus on väiksem kiskluse oht ja kus on paremad sigimisvõimalused, võrreldes läbirändava isendiga. Kuna sellise informatsiooni toetus aja jooksul aga järjest väheneb näiteks saakloomade ja konkurentide liikumise tõttu, peab loom kujutluskaarti võimalikult paljude taaskülastuste käigus uuendama. Sellest tulenevalt liigubki loom teatud alal rohkem ja nii kujuneb välja kodupiirkond.

4.2. Orienteerumisviisid

Ruumis orienteerumiseks on mitmeid võimalusi. Tuttavas piirkonnas orienteerumiseks kasutatakse ruumis paiknevate objektide kodeerimist ehk suhtestamist kahel viisil: vaatlejast ning keskkonnast lähtuvalt. Vaatlejast lähtuv kodeering toimub mootorsete liigutuste põhjal ja kodeerimise keerulisus sõltub sellest, kas objektini jõudmiseks vajalikul tegevusjärjestusel on püsiv alguspunkt või mitte. Alguspunkti olemasolul määratakse objekti asukoht lihasmälu abil. See tähendab seda, et jäetakse meelde liigutused, mis soovitavasse kohta jõudmiseks tuli kasutada. Tavaliselt varieeruvad liikuvatel organismidel tegevusjärjestuste alguspunktid ja seetõttu peavad nemad määrama asukoha pimenavigatsiooni teel. See seisneb liigutud vahemaad ja suunda arvestades hetkeasukoha hindamises. Kuna sel viisil asukoha määramine on suuresti veaohlik, tuleb orientiiride abil perioodiliselt pimenavigatsioonisüsteemi uuendada. Selleks kasutatakse tasakaaluelundit, lihasmälu ja nägemismeelt. Pimenavigeerimist kasutatakse ka pimeduses, avamerel ja vee all, kus selgelt eristuvaid orientiire on raske märgata. (Newcombe *et al.*, 1998)

Keskkonnast lähtuva asupaiga kodeeringu puhul kasutatakse objektide suhtestamisel maamärke. Sel viisil kodeerimise muudab keeruliseks asjaolu, et objekti asukoht pole maamärgiga alati otseselt seostatav. Sel juhul tuleb objekti seostada mingisuguse eemalpaikneva maamärgiga, mille asukoht ruumis on teada. Seostamiseks on vaja hinnata maamärgi kaugust ja suunda objektist. Juhul, kui maamärgid on objekti läheduses, tuleb meelde jätta vaid maamärgi asukoht. See tähendab, et pole vaja mäletada objekti kaugust ja suunda ruumis, vaid piisab teadmisest, kus asub objektiga seostatud orientiir. (Newcombe *et al.*, 1998)

Juhul, kui satutakse võõrasse paika, pole kujutluskaart eelnevalt kujunenud. Näiteks, kui visuaalselt tuttavas paigas jõuab egiptuse öötiibur sihtpunkti kujutluskaardi abil, kasutades kaugeid visuaalseid märke, siis võõras paigas tuleb orienteeruda millegi muu abil. Loomad võivad tundmatutes paikades kasutada orientiiridena näiteks lõhna, taevatähti ja magnetvälja. (Tsoar *et al.*, 2011)

5. Loomade liikumisega seotud populatsioonidünaamika

Populatsioonide arvukuse muutused ehk populatsioonidünaamika on suuresti seotud loomade liikumisega. Isendid võivad liikuda metapopulatsioonide vahel ja neid niiviisi elujõulisena hoida (Pulliam, 1988). Loomad võivad populatsioonist välja rännata ja järgmisesse paika levida. Selleks, et loomapopulatsioon püsiks elujõulisena, peab olema seal sõltuvalt liigist teatud arv isendeid. Minimaalne elujõuline populatsioon on vähim populatsiooni suurus, mis suudab püsida elujõulisena teatud alal (Brito & Grelle, 2006).

Loomade elupaikade vahelist ala nimetatakse taustakeskkonnaks ehk maatriksiks (Kramer-Schadt *et al.*, 2004). Seda ala peavad loomad levides või rännates ületama, et jõuda uutesse elupaikadesse. Seetõttu on liikumise seisukohalt oluline see, kui läbitav on taustakeskkond. Läbitavust võivad takistada inimtekkelised (suured või tiheda liiklusega maanteed, tarad, asulad), looduslikud tõkked (veekogud, mäed, ebasoodsa kliimaga alad), aga ka muud levimist piiravad tegurid, mille toimel looduskeskkond otseselt ei killustu (Stronen *et al.*, 2012). Mõned nendest on otseselt liikumist takistavad tõkked, mida ületada ei saa (veekogud või tarad) või mis võivad eluohtlikud olla (temperatuurimuutus). On ka selliseid tõkkeid, mille liikumise takistamise mõju sõltub imetaja ruumitajust. Näiteks mõjutab inimasulate lähedus sõralisi vähem kui pruunkaru (*Ursus arctos*) ja hunti (*Canis lupus*) (Clevenger & Waltho, 2005). On leitud, et kui pruunkaru ja hunt tajuvad inimaktiivsust, siis nad väldivad seda piirkonda ja seega on inimaktiivsus neile suuremaks liikumistõkkeks kui sõralistele (Clevenger & Waltho, 2005). Palju on uuritud, kuidas mõjutab elupaikade killustatus populatsioone. Näiteks killustavad transpordikoridorid ja inimasulad grislikarude (*Ursus arctos horribilis*) populatsioone, sest ka grislikaru, kes on pruunkaru alamliik, väldib inimaktiivsusest mõjutatud piirkondi, mille tulemusel ei liigu isendid isoleeritud populatsioonide vahel ning seetõttu on raske väljasurevaid populatsioone elustada (Proctor *et al.*, 2005). Samuti on keeruline võtta kasutusele uusi elupaiku. Hästi pole aga teada, kui palju mõjutavad taustakeskkonna läbimise piirangud, mis looduskeskkonda otseselt ei killusta, loomapopulatsioonide jätkusuutlikkust ja levikut (Stronen *et al.*, 2012).

Kanadas tehtud uuringus leiti, et suurimetajate levimist võivad takistada isegi vähese liiklusega kaitsetarata teed. Selle põhjuseks võib olla inimeste paranenud võimalus tulistada

tee läheduses viibivat suurimetajat, mille tulemusena võivad hakata suurimetajad selliste teede ääres tajuma ohtu ja seetõttu väldivad nende ületamist. Eriti on sellest ohust mõjutatud väiksed mitteterritoriaalsed suurimetajate populatsioonid. Seega elupaikade sidususe uuringutes, kus jäetakse arvestamata tegurid, mis otseselt maastikku ei killusta, aga sellegi poolest omavad piiravat mõju levikule ja liikumisele, on oht hinnata maastikusidusust kõrgemaks tegelikkusest. (Stronen *et al.*, 2012)

Loomapopulatsiooni dünaamikat võivad oluliselt mõjutada ökoloogilised lõksud (Schlaepfer *et al.*, 2002) ning liikumine lätte-mülgas elupaikade vahel (Pulliam, 1988). Tavaliselt meelitavad loomi ligi kvaliteetsed elupaigad, kus võib leiduda piisavalt toitu, olla vähe kiskjaid või kaitstus nende eest (Kristan III, 2003). Loomad peavad hetkel saadaolevate keskkonnast tulevate vihjete abil hindama elupaiga ka kvaliteeti tulevikus (Schlaepfer *et al.*, 2002). Sellega riskivad nad ruumiliste ja ajaliste kekkonnamuutuste tõttu vääralt hindama tegelikku elupaiga kvaliteeti (Kristan III, 2003). Lisaks pole loomad võimelised sigimispäiga valimisel ette nägema, millistes kohtades on sigimisedukus suurim (Kristan III, 2003). Nii võib tekkida loomale atraktiivne elupaik, mille tegelik kvaliteet on madal ja mis viib suure tõenäosusega populatsiooni väljasuremiseni (Kristan III, 2003). Seda nimetatakse ökoloogiliseks lõksuks (Kristan III, 2003; Schlaepfer *et al.*, 2002). Ökoloogilisi lõkse eristavad looduslikest häiringutest inimtekkelised põhjused ning lühem kestus (Schlaepfer *et al.*, 2002).

Lätte-mülgas dünaamika on ökoloogiline teooria, mille järgi võib populatsioon kehvast elupaigas (mülgas) püsida tänu heast, produktiivsest elupaigast (lätte) pärit sissetaolajatele (Pulliam, 1988). On leitud, et mülgastel võib populatsioonile olla isegi stabiliseeriv mõju juhul, kui isendid suudavad hinnata elupaiga kvaliteeti õigesti ning liiguvad võimaluse korral mülkast tagasi lättesse (Howe *et al.*, 1991 ref. Kristan III, 2003). Seega võib olla lätte-mülgas süsteemidel populatsioonidele stabiliseeriv mõju erinevalt ökoloogilistest lõksudest, mille tõttu võivad populatsioonid väljasurra (Kristan III, 2003).

6. Maanteeohutus

Maanteed põhjustavad loomade elupaikade vähenemist, sest lisaks maantee enda asupaigale, võib see elukõlbmatuks muuta ka ümbruse. Seda selliste liikide puhul, kes väldivad liiklusest tulenevat müra, saastet, valgust ja teisi faktoreid (Fahrig & Rytwinski, 2009). Eriti mõjutavad maanteed müra ja teepinda vältivaid populatsioone (Jaeger *et al.*, 2005). Maanteed võivad takistada elupaigalaikude vahel liikumist ja seega põhjustada nende killustatust. Maanteid vältivatel laia liikumisalaga liikidel pole võimalik ressursside kogumiseks piisavalt liikuda (Fahrig & Rytwinski, 2009). Killustatus põhjustab alampopulatsioonide isolatsiooni, mis viib geenivoolu vähenemiseni (Jaeger *et al.*, 2005). Sellest tulenevalt langeb alampopulatsioonide isendite kohasus (Jaeger *et al.*, 2005; Schuster *et al.*, 2013). Lisaks kujutavad loomadele ohtu liikuvad mootorsõidukid. Oht saada vigastada või hukkuda on mootorsõidukeid vältima võimetutel isenditel, keda maanteed ligi meelitavad (Fahrig & Rytwinski, 2009). Laia kodupiirkonnaga ja suure liikuvusega liikidel suureneb liikluse tõusuga tõenäosus hukkuda, sest nad ületavad tihti maanteed (Fahrig & Rytwinski, 2009; Schuster *et al.*, 2013). Maanteede mõju on kõige väiksem sellistele populatsioonidele, mille isendid suudavad liikuvaid sõidukeid vältida (Jaeger *et al.*, 2005). Lisaks pakuvad teed inimestele paremat ligipääsu loodusesse (Benítez-López *et al.*, 2010). Inimese läheduse tajumine võib omakorda tekitada stressi ja pärssida liikumist (Proctor *et al.*, 2005).

On leitud, et maanteedel ja liiklusel võib olla imetajatele ka positiivne mõju. Seda selliste loomade puhul, keda ei häiri liiklusega kaasnev müra, saastus ja valgus. Liigid, kes suudavad tajuda ja vältida autosid, võivad saada teede lähedusest kasu. Nad võivad toituda hukkunud loomadest. Samuti võivad maanteeeservad pakkuda mugavat liikumisvõimalust, sest seal on tavaliselt madal hein. Liikidele, kes ei liigu teedel häiriva pinnakatte või piirete tõttu, ei kujuta liikuvad mootorsõidukid otsest ohtu. Juhul, kui nende vaenlasi leidub maanteede juures vähe, satuvad nad saagiks harvem, kui elavad teede läheduses. Võib juhtuda, et nende arvukus liikluse tõttu isegi tõuseb, kui nende kiskjate suremus on maantee tõttu suur. (Fahrig & Rytwinski, 2009)

Sellest tulenevalt võivad maanteed mõjutada imetajate levikut ning arvukust negatiivselt, neutraalselt, aga ka positiivselt. Pigem aga langeb imetajate populatsioonitihedus

infrastruktuuri lähedusega, kuna rohkem esineb negatiivseid mõjusid (Fahrig & Rytwinski, 2009). Üldiselt avaldab infrastruktuur imetajapopulatsioonile mõju maksimaalselt viie kilomeetri raadiuses (Benítez-López *et al.*, 2010). Tavaliselt kannatavad maanteed tõttu kõige enam suurimetajad ja kõige vähem pisiimetajad, sest infrastruktuur mõjutab suurimetajaid juba mitmesaja meetri kuni mitme kilomeetri kauguselt, pisiimetajaid aga alles mõne meetri kauguselt (Benítez-López *et al.*, 2010).

7. Loomade liikumismustrite sobitamine taristu ja linnakeskkonnaga

7.1. Rakenduste seos imetajate liikumismustrite ja ruumitajuga

Rahvastikuarvu kasvuga jääb järjest vähem alasid inimõjutustest puutumata. Selleks, et vähendada taristute negatiivseid mõjusid loomadele, luuakse erinevaid rakenduslikke lahendusi. Rohetaristu on ökoloogiline võrgustik, mis ühendab looduslikke ja poollooduslikke alasid, soodustades loomade liikumist inimõjutatud maastikul. Rohetaristute loomisel tuleb arvestada loomade liikumismustrite ja ruumitajuga. Head rohetaristud on sobitatud loomade liikumismustritega ning arvestavad nende ruumitaju. Juhul, kui rohetaristu loomisel jäetakse hindamata olemasolevad liikumismustrid ning arvestamata ruumitaju, ei täida rohetaristu oma funktsiooni ning võib ruumis liikumisele takistavalt mõjuda. Rohetaristu muudab liikumismustreid ka hea planeeringu korral, kuna loomadele tuleb uus liikumisvõimalus.

7.2. Rakenduste tüübid

7.2.1. Tarad

Maanteid on võimalik looduskeskkonnaga paremini sobitada erinevate ökoduktide, tunnelite, truupide ja tarade abil (Jaeger & Fahrig, 2004). Üheks lihtsamaks ja esimeseks lahenduseks loomaõnnetuste vähendamiseks maanteedel on tarad. Teid ääristavad tarad toimivad liikide puhul, kes maanteid ei väldi ja neid ületades suure tõenäosusega hukkuvad. Tarasid on soovitatud kasutada juhul, kui liiklus on tihe ja tõenäosus, et loomad jäävad teid ületades ellu, on väike. Samuti siis, kui populatsioon kahaneb liikluses hukkumise tõttu. Stabiilse või tõusva populatsiooni isendite arvukuse korral ei ole kasulik tarasid rajada, sest need võivad häirida populatsiooni tasakaalu ebasoovitavas suunas. Tarad võivad olla kahjulikud ka juhul, kui loomad peavad teid ületama ressursside paiknemise tõttu mõlemal pool teed. Näiteks võivad magamis- ja toitumispaidad jääda tee eri pooltele. Teede äärde rajatud tarad takistavad loomade liikumist ja võivad seetõttu eraldada populatsioonid osapopulatsioonideks. Osapopulatsioonidel on suurem tõenäosus väljasurra, sest arvukuse kahanemise korral ei toimu tarade tõttu sisserännet teistest osapopulatsioonidest. Seetõttu võib olla otstarbekas

kasutada tarasid ajutiselt või koos teiste loomaläbipääsudega (ökoduktid, tunnelid). Tarade abil saab suunata loomad läbipääsu poole (Lesbarrères & Fahrig, 2012).

7.2.2. Ökoduktid

Ökoduktid on loomadele mõeldud sillad (Jaeger & Fahrig, 2004; McDonald & Clair, 2004). Need on kaetud taimeistikuga (puud, põõsad), et neid võimalikult hästi looduskeskkonda sobitada ning loomadele meelepäraseks muuta. Ökoduktid vähendavad maanteede põhjustatud elupaikade killustatust ning samuti pakuvad need turvalisemat teeületamisvõimalust. Tiheda liiklusega teedel on soovitatav kasutada ökodukte koos maanteeäärsete taradega, sest nii takistatakse looma liikumist teele kohas, kus on suur tõenäosus liikluses hukkuda ning võimaldatakse tee ületamist ökodukti kaudu (Jaeger & Fahrig, 2004).

7.2.3. Tunnelid

Peale tarade ja ökoduktide on liiklusohutust võimalik tõsta tunnelite abil. Kanadas tehtud uuringus leiti, et läbikäikude kasutust mõjutab rohetaristute struktuur (Clevenger & Waltho, 2005). Kõrgeid, laiu ja lühikesi tunneleid eelistavad pruunkaru, hunt, punahirv (*Cervus elaphus*) ja pampahirved (*Odocoileus sp.*) vastupidiselt baribalile (*Ursus americanus*) ja puumale (*Puma concolor*), kellele meeldivad kitsamad ja varjatamad tunnelid. Punahirve kui saaklooma on laiemal alal raskem märgata. Vajaduse korral on tal avatud struktuuriga läbipääsus lihtsam põgeneda. Inimeste rajatud ehitisi vältivad loomad nagu pruunkaru ja hunt kasutavad samuti pigem avatud tunneleid, sest neid tajutakse ja märgatakse vähem kui kinnisema struktuuriga tunneleid. Varjulembesed loomad nagu baribal ja puuma eelistavad aga kinnisema struktuuriga läbikäike. Samuti eelistavad puumad sissekäigu ees olevat varjavat taimeistikku. Pruunkarud, punahirved ja pampahirved aga kasutavad rohkem selliseid tunneleid, mille sissekäik on võimalikult avatud ja lage. Pisiimetajad eelistavad võimalikult väikese diameetriga (30 cm) tunneleid (McDonald & Clair, 2004). Selle põhjus on ilmselt selles, et tavaliselt ei eelista pisiimetajad liikuda lagedal alal, kus puudub vari. Kitsas tunnelis on lagi lähemal kui avaras tunnelis ja seda tajutakse turvalisemana. Lisaks on ebatõenäoline, et kiskjad kitsas tunnelis liiguvad. Mitmete erinevate liikide elupaikade killustumise vähendamiseks on otstarbekas luua erinevaid tunneleid (Clevenger & Waltho, 2005). Samas

on ka leitud, et pole vaja luua erinevaid loomaläbipääse, kuid sellise tulemuse põhjuseks võisid olla vähesed uuringud (Lesbarrères & Fahrig, 2012).

7.2.4. Kallasrajaga tunnelid

Ojade ja teede ristumiskohas võivad kallasrajaga tunnelid pakkuda truupidest turvalisemat lahendust. Truubid on eelkõige voolava vee juhtimiseks ning loomal on keeruline seda kasutades tee alt läbi liikuda. Kallasraja olemasolu võimaldab vältida vette sattumist. Kallasrajaga tunnelid sobivad enamikele liikidele. Tavalisi truupe paljud loomad ei kasuta. Selleks, et kallasrajaga tunnel oleks efektiivne läbikäik loomadele, peaks selle laius olema viis korda suurem oja kõrgeima veetaseme laiusest. Sellisel juhul saavad maismaaloomad kuivadel kallastel ka suurvee ajal liikuda. Kallasrajaga tunnel peaks olema piisavalt kõrge, et suurim piirkonnas esinev loom saaks seda läbida. (Lesbarrères & Fahrig, 2012)

7.2.5. Loomade liikumise hoiatussüsteemid

Veel võidakse maanteedel hukkumise ärahoidmiseks kasutada maanteeäärsetele postidele kinnitatud helkureid, mis autotulede käes sinakat valgust peegeldama hakkavad ja metsloomi ohust hoiatavad. Hoiatussüsteemina on võimalik kasutada ka teeäärsetele puudele ja piiretele pihustatavat vahtu, mis sisaldab hundi, karu või inimese lõhna ja muudab looma tähelepanelikumaks ümbruskonna suhtes. Tähelepanelik loom märkab lähenevat sõidukit paremini. Sellised meetodid ei ole aga nii tõhusad, kui ökoduktide ja tarade kasutus, kuid need on odavamad kui ökodukti rajamine. (Internet 1)

7.2.6. Võimalused veekanalitesse uppumise ärahoidmiseks

Lisaks nimetatud rakendustele on võimalusi taristute sobitamiseks looduskeskkonda rohkemgi. Betoonest veekanalitesse upuvad paljud loomad, kes soovivad sealt näiteks vett juua või teistele ressurssidele ligipääsemiseks seda ületada. Selleks, et vette kukkunud loomad saaksid sealt välja, võib sinna rajada madala kaldenurgaga kaldteid. Kanalite ületamiseks võib loomadele ehitada väikseid sildu. Põhja-Hispaanias tehtud uuringus leiti, et metskits (*Capreolus capreolus*) ja punahirv eelistasid kerget pinnasekatet betoonile ja metallile, mistõttu peaksid kaldteed ja kanalite ületamiseks loodud sillad olema kerge pinnasekattega. Kui loomad liiguvad kanalite juurde, et sealt kuival aastaajal vett juua või et neid ületades jõuda suurema veekoguni, võivad uppumisohtu vähendada metsadesse vee joomiseks rajatud tiigid. (Peris & Morales, 2004)

7.2.7. Rakendused linnakeskkonnas

Samuti on võimalik looduskeskkonda sobitada erinevate taristuelementide kaudu linnakeskkonnaga. Linnakeskkonnas luuakse imetajatele rohekoridorid aedade, rohekatuste, puualleede ja parkide näol (Allen, 2012). Rohekoridorid aitavad vähendada elupaikade killustatust. Leiti, et Ida-Austraalias puudel elav liugelennuvõimeline kukkurloom *Petaurus norfolcensis* on väljasuremisohus lähima saja aasta jooksul, sest populatsioonid jagunevad osapopulatsioonideks, kuna elupaigalaikude vahel puudub geenivool (Taylor & Goldingay, 2013). Põhjuseks on liiga suured teeäärsete puude vahed (47-73 m), mis ületavad selle liigi liuglemisvõimekuse. Lahenduseks on võimalik istutada puud tihedamalt, rajada liugelennu peatuspostid (ingl. k. *glider poles*) ja puudevahelised köisredelid (ingl. k. *canopy rope bridges*). Kaks viimast varianti võimaldavad kiirelt probleemi lahendada hakata.

Rohekatused on teadlikult taimkattega kaetud katused. Need võivad pakkuda paljudele liikidele, näiteks käsitiivalistele (*Chiroptera*), paremaid orienteerumisvõimalusi, toiduressurssi ja paremat elupaika kui tavaline linnakeskkond. Rohekatusele taimkatte istutamisel peaks arvestama sellega, et see pakuks elupaika selgrootutele, kellest vastav käsitiivalise liik toitub. Inglismaal Londoni piirkonnas tehtud uuringus leiti, et erinevad käsitiivaliste liigid eelistavad eri kõrgustel olevaid rohekatuseid. Nii näiteks toituvad nahkhiireperekondade *Nyctalus* ja *Eptesicus* liigid rohkem 14 m kõrgustel katustel. Perekonna *Pipistrellus* liigid toituvad aga madalamatel rohekatustel. (Pearce & Walters, 2012)

7.3. Loomaläbipääsude asupaigavalik

Loomaläbipääsude funktsionaalsus sõltub peale läbipääsu struktuurist (läbipääsu kõrgus, laius ja pikkus) ka asukohast (Clevenger & Waltho, 2005). Kuna elukeskkond pole homogeenne, on liikidel erinevad võimalused eri paikades asuvaid läbipääse kasutada. Loomaläbipääsude kasutatavust võivad mõjutada mäed, sessoonselt erineva veetasemega jõed, aastaajast sõltuv jää olemasolu, ajaliselt ja ruumiliselt erinevalt paiknevad varjumis- ja toitumispaidad. Sellest tulenevalt võib juhtuda, et isegi, kui loomaläbipääsu struktuur on liigile sobiv, ei kasutata seda, sest keskkond või asupaik on ebasoodne. Nii võivad loomad kasutada hoopis soodsas keskkonnas paiknevat ebasoovitavat läbipääsukohta. See, kas liigile on olulisem loomaläbipääsu struktuur või asupaik, sõltub elukeskkonna faktoritest. Kanadas, Banffi Rahvuspargis tehtud uuringus leiti, et nii kiskjatele kui ka saakloomadele on asupaigast ja

inimteguritest tavaliselt olulisem läbipääsu struktuur. Kui aga suurimetajad õpivad inimlähedust vältima, võib loomaläbipääsu struktuur muutuda vähemoluliseks. On leitud, et sõralistele on tunneli struktuur olulisem kui inimaktiivsus (Clevenger & Waltho, 2000). Karnivoorid aga eelistavad tunneleid, mis asuvad võimalikult vähese inimtegevusega kohtades. Kasuks võib tulla inimeste loomaläbipääsudes liikumise keelamine ning jalgradade eemale rajamine. On leitud, et kiskjad kasutavad kuivendussüsteemide läheduses olevaid tunneleid, erinevalt saakloomadest, kes ilmselt väldivad neid tajudes kiskjate olemasolu.

Ka loomaläbipääsude otstarbekus sõltub nende asukohast. Neid on mõttekas rajada sellistesse kohtadesse, kus nad elupaikade sidusust tõstavad või kus nad vähendavad hukkumist. Teedel hukkumise vähendamiseks rajatava loomaläbipääsu asukohta aitavad määrata kohad, kus teedel hukkumine on suurim. Parima asukoha leidmiseks võib kasutada simulatsiooni, mis arvestab loomade liikumiskäitumist ja elupaikade jagunemist. Mõnikord võib simulatsioon näidata rohke teedeületamisega kohta, kus reaalsuses on vähe hukkunuid. Selline tulemuste erinevus võib tuleneda sellest, et populatsiooni arvukus on teedel hukkumise tõttu kahanenud. Loomaläbipääsude rajamine sellistesse kohtadesse võib populatsiooni arvukust tõsta. (Lesbarrères & Fahrig, 2012)

8. Looduskaitseelised rakendused

Oluline imetajapopulatsioonide elujõulisust soodustav tegur on võime liikuda elupaigalaikude vahel ja seega läbida elupaikade vahelist taustakeskkonda (Kramer-Schadt *et al.*, 2004; Viveiros de Castro & Fernandez, 2004; Proctor *et al.*, 2005). Sellest tulenevalt on üks tähtsamaid looduskaitsemeetodeid elupaigalaikude killustatuse vähendamine ja elupaikade vahelise ala läbitavamaks muutmine. Veelgi parem on ennetavalt tegutseda ja killustumine ära hoida. Looduskaitse korralduslikult on oluline see, et ühtede liikide jaoks killustunud maastikud võivad olla teistele sidusateks elupaikadeks (Viveiros de Castro & Fernandez, 2004) ja nii ei tohi teatud liike kaitstes ohustada teisi. See võib juhtuda näiteks siis, kui ühtede liikide elupaikade sidususe tõstmiseks rajatakse sinna rohetaristuelement, mille läheduses tajuvad teised liigid inimõhu või ohtu, mida ei pruugi tegelikult olla ja hakkavad seda paika vältima.

Kaitsealade planeerimisel tuleks arvestada sellega, et ka algselt suure arvukusega olnud populatsioon ei suuda püsida elujõulisena väiksel elupaigalaigul, kui puudub sidusus teiste laikudega. Isoleeritud populatsioonidele võivad hävituslikult mõjuda stohhastilised sündmused (tulekahju), sest loomad ei saa põgeneda teise elupaika. Leiti, et puudel elutsev näriline *Oecomys concolor*, kes metsafragmentide vahel ei liigu, suri mõne aasta jooksul välja kahes metsafragmentis kaheksast. Vähemalt ühel juhul arvati põhjuseks olevat tulekahju. See näitab, et taustakeskkonnas takistatud liikumine võib viia populatsiooni väljasuremiseni. (Viveiros de Castro & Fernandez, 2004)

Elupaikade sidususe säilimiseks ning parandamiseks on soovitatud metsafragmentide vahele luua rohekoridorid (Viveiros de Castro & Fernandez, 2004). Metsalagendikel elavatele liikidele aga võiks isoleerituse vähendamiseks luua rohuringega rohekoridorid. Samas on puuvillaroti *Sigmodon hispidus* puhul leitud, et sellised lagendike ühendused on küll eelistatud, aga ei pruugi olla vajalikud, sest metsakeskkonna läbimine pole liikumisel neile takistuseks (Bowne *et al.*, 1999). Arvatavasti ei taju nad hämaramas metsamaastikus liikumisel ka piisavat suurt ohtu, et seda vältida. Sellest tulenevalt oleks hea liigi kaitsmisel kõigepealt teada, kas taustakeskkond on läbitav ja seega kas elupaigad on sidusad. Sellisel juhul pole rohekoridore vaja luua (Bowne *et al.*, 1999). Ka lagedal maastikul kasvavate

galeriimetsade säilitamine ja hooldamine on populatsioonide ühenduvuse seisukohalt vajalik (Viveiros de Castro & Fernandez, 2004).

Liikide kaitsmine kodupiirkonnas on teatavasti lihtsam, kui rändavate imetajate kaitsmine. Suured karjad võivad rännata riigipiiridest väljapoole, mistõttu nende kaitseks on vaja teha koostööd eri riikide vahel. Aastaks 2009 oli teada 24 karjana rändavat suurimetajaliiki. Peamiseks ohuks neile on üleküttimine ning joogivee- või toidupuudus. Üleküttimise tõttu väheneb populatsiooni suurus ja loomad võivad rände käigus hakata läbima lähemaid maid. Kuna imetajad rändavad, et elutingimuste aastaajaliste muutustega kohaneda, võib rände häirumine vähendada nende populatsioonide elujõulisust. Näiteks ei pruugi neil samasse kohta jäädes jagada piisavalt joogivett. Joogivee- ja toidupuuduse põhjuseks on elupaikade hävimine näiteks põllumajanduse tõttu, sest põllu- ja karjamaid rajatakse tavaliselt heade ressurssidega paikadesse. Samuti takistavad imetajate rännet haiguste leviku tõkestamiseks rajatud veterinaartarad ja inimasulad. Seega rändavate suurimetajate kaitsmisel on üheks lahenduseks tagada neile tõketeta liikumine rände ajal ja kaitsta sempoonselt rändeteid. (Harris *et al.*, 2009)

9. Võõrliigid

Võõrliigid on väljapoole oma looduslikku levikuala introductseeritud või inimese kaasabil levinud liigid. Maailma Looduskaitse Liidu (IUCN) järgi on võõrliigid ainult sellised liigid, kes on sattunud väljapoole oma looduslikku levikuala inimese abiga (Internet 2). Mõned nendest võivad ohustada ökosüsteeme ja tekitada keskkondlikku või majanduslikku kahju. Selliseid võõrliike nimetatakse invasiivseteks liikideks. Kliimasoojenemine ning keskkonnamuutused võivad soosida invasiivsetel võõrliikidel järjest laiemat elupaikade hõivamist, sest troopilised liigid suudavad põhjapoolsematel aladel kergemini ellu jääda ning levima hakata (White *et al.*, 2008). Samuti võivad kehvadest elutingimustest nõrgestatud kohalikud liigid pakkuda vähe konkurentsi võõrliigile, kellele on kohalikud tingimused sobivad (White *et al.*, 2008). Seetõttu pööratakse üha enam tähelepanu võõrliikidele ning üritatakse mõista ja tundma õppida nende levimist ning selle ohtu.

Tihti peale on võõrliigid elupaiga generalistid nagu näiteks halljänes (*Lepus europaeus*) Argentiinas. See võimaldab neil püsima jääda erinevates elupaikades ja laiendada levilat. Kui sobivaid elupaiku on piisavalt palju, ei pruugi võõrliigid kujutada ohtu kohalikele liikidele. Küll aga võivad tekkida probleemid elutingimuste halvenemisel. Argentiinas tehtud uuringus prognoositi, et halljänes võib toiduressursi vähenemise korral kujutada ohtu *Chincillidae* perekonda kuuluvale närilisele, kuna nad tarvitavad sarnast toitu ning halljänes võib hõlpsasti liikuda närilise elupaika ja hõivata need. (Galende & Raffaele, 2007)

Nii nagu invasiivsed imetajad mõjutavad teisi loomi ning taimi, on näiteid ka invasiivsetest taimedest, mis kujundavad näriliste liikumismustreid. Leiti, et Lõuna-Euroopast ja Aasia edelaosast pärit rododendronil *Rhododendron ponticum* on lääne-metshiire (*Apodemus sylvaticus*) arvukusele positiivne mõju. Nimelt pakub rododendroni lehestik sellele pisiimetajale varju, mistõttu märkavad röövlinnud teda halvemini. Seetõttu tõuseb lääne-metshiire arvukus. See omakorda võib tõsta maapinnal jahtipidavate kiskjate arvukust. On leitud, et rododendronite läheduses pesitsevad enam suuremad ja vanemad isendid ning väiksemad ja nooremad liiguvad rohkem avatud maastikel, mis viitab konkurentsile. Samuti leiti, et rododendronite läheduses on väiksem selgrootute arvukus ja seega vähem toitu närilistele. Samas on ektoparasiitide arvukus rododendronite läheduses väiksem kui avatud

maastikul. Seega võib invasiivsetel liikidel olla ka positiivne mõju kohalikele liikidele, kuid see on harv nähtus ja enamasti esineb samaaegselt ka negatiivne mõju. (Malo *et al.*, 2013)

10. Kahjurliigid

Kahjuriteks nimetatakse nii võõrliike kui ka kodumaiseid liike, kes oma elutegevusega tekitavad majanduslikku kahju. Näiteks kahjustavad põdrad puistuid, süües puukoort ja võsusid (Andren & Angelstam, 1993). Mitmed närilised võivad olla kahjuriteks põldudel. Kuna sööti jäetud põllul tõuseb umbrohu, näiteks hariliku hiirekõrva (*Capsella bursa pastoris*), arvukus kiirelt, meelitab see ligi seemnetoidulisi närilisi (Heroldova *et al.*, 2005). Viljapõllu läheduses asuv söötpõld võib kahjurite hulka suurendada viljapõllul, sest perioodil, mil viljapõld ei paku piisavat toiduressurssi, saavad seemnetoidulised närilised, näiteks hiired, toituda söötpõllul ja niimoodi liikuda vilja- ja söötpõllu vahel (Heroldova *et al.*, 2005). See parandab nende elutingimusi, mistõttu tõuseb nende arvukus. Kahjurliikideks peetakse ka liike, kelle tõttu looduskeskkond muutub ebastabiilsemaks või vähem mitmekesisemaks ning kes seavad ohtu kodumaised liigid (Cowan & Tyndale-Biscoe, 1996).

Kahjurliikide ohjamisel oleks sobiv rajada noored metsad ning viljapõllud kohtadesse, mida kahjurid väldivad või kuhu nad ei satu. Nende paikade leidmiseks tuleb uurida kahjurite liikumismustrite ning ruumitaju kujunemist. Kasuks tuleb see, kui suudetakse vältida kahjureid mingil kindlal perioodil, millal kultuurtaim on kõige haavatum. Näiteks on leitud, et jäneseid ei hammusta läbi võrseid, mis on juba piisavalt suured (McArthur & Appleton, 2004). Kahjurite vastu võib abiks olla nende ligipääsu takistavate aedade rajamine. Selliseid aedu on võimalik rajada nii, et need oleksid läbimatud paljudele erinevatele liikidele (Connolly *et al.*, 2009). Kuigi need aiad võimaldavad hoida suuri alasid kahjuritest vabana ja on seega väärtuslikud, tuleb neid sagedalt kontrollida. Uus-Meremaal tehtud uuring (Connolly *et al.*, 2009) näitas, et katkise või avatud aia puhul on oluline kiire tegutsemine, sest tõenäosus, et loom siseneb kahjurivabasse alasse, tõuseb kiirelt. Eriti ohtlikud on lekked öösiti. Leiti ka, et suvel on loomad rohkem liikvel ja valmis sisenema uude kohta. Kõige suurema tõenäosusega sisenesid närilised.

11. Uurimisvajadus

Paljude liikide liikumismustreid nende elupaikades täpselt veel ei tunta (Abreu & Oliveira, 2014). Seetõttu võiks tulevikus neid rohkem uurida, et looduskaitset paremini korraldada. Samuti võiks kaotada puudujäägid loomade liikumise teoreetiliste mudelite ja traditsioonilise käitumusliku uuringute ühendamises (Hirsch *et al.*, 2013). Seda tehes oleksid mudelid täpsemad ja arvestaksid looma kujutluskaardi olemasolu ja looma mällu jäädvustunud toidupaikadega (Hirsch *et al.*, 2013). Samuti võiks koguda rohkem empiirilisi teadmisi sellest, kuidas maastiku omadused mõjutavad eri liikide käitumist ja liikumismustreid, sest see aitaks koostada paremaid mudeleid, mis arvestaksid maastiku mõju (Bowne *et al.*, 1999).

Palju orienteerumise uuringuid on tehtud nii, et loom lastakse kodust eemal lahti ja vaadeldakse, kas ta jõuab koju (Tsoar *et al.*, 2011). Kui teostada rohkem pidevat jälgimist näiteks raadiosidekaeluste abil, saaks parema arusaama orienteerumisest (Tsoar *et al.*, 2011). Samuti saaks jälgida liikumismustrite kujunemist. Täpsema informatsiooni omamine loomade liikumisest aitab paremini rajada rakendusi ja teostada looduskaitset. Nii saab uurida ja mõista ka rändavate imetajate liikumismustreid. Selleks, et paremini kaitsta suurimetajaid, tuleks omandada rohkem teadmisi suurimetajate rändeteedest ja -kaugustest, nõuetest elupaigale ja elukeskkonnast tulenevatest ohtudest (Harris *et al.*, 2009).

Uurida võiks ka seda, kas ja kui palju on rohekatused käsitiivalistele kasulikeks elupaikadeks (Pearce & Walters, 2012). Kasuks tuleb uuring, kui kõrgele peaks rohekatuseid rajama. Samuti on kasulik teada, milliseid taimeliike peaks katusele istutama, et seal elaksid selgrootud, kellest ümbruses elav käsitiiviline toitub. See võimaldaks luua sobivamaid rohekatuseid piirkonnas pesitsevatele liikidele. Samuti võiks uurida, kas erinevate liikide elupaikade killustatuse vähendamiseks on oluline luua erineva struktuuriga tunneleid (Lesbarrères & Fahrig, 2012).

12. Arutelu

Ruumitajuna mõistetakse ümbritsevate objektide ja nende omaduste tajumist. Nendeks objektideks võivad olla ka orientiirid, mis suhtestatakse olulise objekti (toit, varjupaik, ohuallikas) asupaigaga (Gallistel & Cramer, 1996; Tsoar *et al.*, 2011). Selline informatsioon salvestatakse looma ajus kujutluskaarti, mille seletuste abil saab orienteeruda (Gallistel & Cramer, 1996). Sellest tulenevalt on selge, et mida paremini ja täpsemini suudavad imetajad orientiire tajuda, seda paremini suudavad nad orienteeruda ja seega energiasäästlikumalt ruumis liikuda. Näiteks, kui loom ajab sassi puu, millega toidupaik oli seostatud, teistsuguse kujuga puuga, siis ilmselt on ta osa ajast eksinud ja kulutab toiduotsingule lisaenergiat.

Kujutluskaarti saab objekti kohta informatsiooni salvestada vaid objekti asupaigas viibides, seetõttu tuleb paika taaskülastada ja kujutluskaarti uuendada. Kuna loomadel on ohutum ja energiasäästlikum tunda mingit ala ja teada oluliste objektide asukohta, siis on kasulik hoida kujutluskaarti sellel alal ajakohasena. Ilma uuendamiseta võib endine teadmine olulise objekti asupaiga kohta muutuda väärtusetuks, sest looduskeskkond on muutuv. Nii kujunevad seal liikumismustrid ja kodupiirkond. (Spencer, 2012)

Tähtsamad objektid elupaiga valikul on toit ja varjupaik (Hansson, 2002). Mida kaugemal need üksteisest asuvad ja seega mida vähem on toitu saadaval, seda suuremaks muutub kodupiirkond (South, 1999). Mida suurem on kodupiirkond, seda vähem on võimalik igas punktis kujutluskaarti uuendada ja seega seda vähem on imetajal ajakohast informatsiooni oma kodupiirkonnas paiknevate objektide asukoha kohta (Spencer, 2012). Siit järeldub, et suurte kodupiirkondade puhul on suurema tõenäosusega kujutluskaardis salvestunud ressursipaigad ebatäpsemad ja erinevad tegelikkusest. Seega võib arvata, et kodupiirkonna suurust piirab energia hulk, mida loom on võimeline kulutama objektide otsimiseks ja kujutluskaardi uuendamiseks. Juhul, kui kodupiirkond läheb liiga suureks, on kasulik liikuda uude elupaika.

Lisaks toidupuudusele võib imetajaid levima sundida inimeste läheduse tajumine, kisklus, konkurents pesapaiga või sigimispartnerite üle (Fahrig & Rytwinski, 2009; Benítez-López *et al.*, 2010). Selleks, et levimine oleks energiasäästlik, on imetajatele kasulik tajuda liigikaaslaste omadusi, et teada saada, millised olud on ümbritsevates populatsioonides ning

elupaikades (Clobert *et al.*, 2009). Näiteks, kui imetaja suudab tajuda, et kõhn liigikaaslane liikus põhjas, siis ta saab sellest järeldada, et põhjas on halvad elutingimused ning sinna pole mõtet elupaigaotsingule minna. Sellest tuleneb, et mida täpsemini suudab imetaja tajuda liigikaaslaste omadusi, seda rohkem saab ta sotsiaalset informatsiooni koguda ning energiasäästlikumalt levida.

Elupaikade vahel liikumiseks ja uude paika levimiseks peab taustakeskkond olema piisavalt läbitav. Mida takistatum on liikumine taustakeskkonnas, seda isoleeritumad on populatsioonid ning elupaigad. Isoleeritud populatsioonides väheneb geneetiline varieeruvus ja halveneb võimekus kohaneda muutuvatele keskkonnatingimustele (Jaeger & Fahrig, 2004). Samuti on isoleeritud populatsioonid ohus stohhastiliste sündmuste tõttu, sest loomad ei saa põgeneda uude elupaika (Viveiros de BCastro & Fernandez, 2004). Killustunud elupaigalaigud ei võimalda imetajatel elustada ning taasasustada teisi populatsioone (Proctor *et al.*, 2005). Sellest tulenevalt sõltuvad populatsiooni arvukuse muutused loomade liikumisvõimalustest.

Taustakeskkonna läbimist võib lisaks otsestele tõketele piirata looma ruumitaju. Kui imetaja tajub inimaktiivsust või ohtu, siis võib see piirata tema levikut (Clevenger & Waltho, 2005). Näiteks suurimetajate teedel tulistamise tõttu võivad imetajad mälestuste abil õppida tunnetama ohtu, kuigi seda ei pruugi sellised teed alati kujutada (Stronen *et al.*, 2012). Seega, mida võimekama ruumitajuga on imetaja, seda rohkem võib tema jaoks olla erinevaid liikumist piiravaid tegureid, mis ei pruugi olla reaalsed tõkked. Võimalik, et parem ruumi tajumise võime on põhjus, miks karu ja hundi liikumist piirab inimtegevus rohkem kui sõraliste liikumist (Clevenger & Waltho, 2005).

Eelnevalt refereeritu põhjal võib öelda, et kõige ohtlikumad imetajate liikumise takistused tänapäeval on inimasulad ja maanteed. Need on inimese rajatud tõkked, millest võib oletada, et looduskeskkond ja loomastik ei ole nendega kohastunud. Lisaks kujutavad nad otsest ohtu elule (Fahrig & Rytwinski, 2009). Infrastruktuur mõjutab suurimetajaid lausa viie kilomeetri kauguselt, seega suurim mõju ongi suurimetajatele (Benítez-López *et al.*, 2010). Kuna tavaliselt paljunevad suurimetajad aeglasemalt kui pisiimetajad, eelkõige närilised, siis võib arvata, et suurimetajate kaitse on eriti oluline, sest nad ei saa kahjust kiiresti toibuda, mistõttu neil võib olla suurem oht väljasurra. Kõige enam killustavad maanteed selliste liikide populatsioone, kes väldivad müra ja teepinda (Jaeger *et al.*, 2005). Samuti vähendavad

elupaikade sidusust teedeäärsed tarad, mis liikluses hukkumise ohtu peaksid vähendama (Jaeger & Fahrig, 2004). Samas tuleb välja tuua ka see, et teedeservad võivad pakkuda pisiimetajatele võimalust energiasäästlikumalt liikuda, sest seal on tavaliselt suhteliselt madal hein (Fahrig & Rytwinski, 2009). Samuti võivad imetajad leida teedel korjuseid ja seega võib juhtuda, et maanteed pakuvad toiduressurssi (Fahrig & Rytwinski, 2009).

Elupaikade sidususe tõstmiseks on erinevaid rakenduslikke lahendusi. Maanteedel hukkumise vähendamiseks ja maastiku sidususe tõstmiseks on hea kombineerida tarasid ökoduktide ja tunnelitega (Jaeger & Fahrig, 2004). Tarad võimaldavad juhtida loomad läbikäigu poole ja takistavad liikumist teedele (Jaeger & Fahrig, 2004; Lesbarrères & Fahrig, 2012). Samas on selliste lahenduste rajamine kulukas ja võib ära tasuda vaid tiheda liiklusega teedel (Lesbarrères & Fahrig, 2012). Rajatise asupaiga valikul tuleks arvestada loomade liikumismustritega ja ruumitajuga. Pole mõtet ehitada ökodukt paika, kus sellised imetajad ei liigu, kelle elupaiku taheti sidusamaks muuta. Samuti pole mõtet ehitada see inimasutuse lähedale, kui soovitakse muuta sidusamaks inimaktiivsust vältivate liikide elupaiku.

Lisaks asupaigavalikule on oluline rajatise struktuur. Varjulembelistele liikidele rajatavad rohetaristu elemendid peaksid olema kinnisema struktuuriga ja tiheda taimeistikuga. Avamaastiku ja inimõju vältivad liigid ning saakloomad eelistavad avatud struktuuriga rajatise, mille juures ei panda inimõju tähele ning kus on kaugele näha. Sellest tulenevalt võiksid rohetaristu elemendid sobituda võimalikult hästi looduskeskkonda, et nad ei häiriks loomade elu. Samas tuleb tõdeda, et ka hea paigutuse ja struktuuriga rajatised mõjutavad olemasolevaid liikumismustreid, sest loomadele avanevad uued liikumisvõimalused. Lisaks võiks arvestada sellega, et elupaikade sidususe paranemine võib soodustada ka kahjur- ja võõrliikide levikut. (Clevenger & Waltho, 2005)

Kokkuvõte

Imetajate ruumitaju mõjutab nende liikumismustrite kujunemist. Mida paremini suudavad imetajad tajuda orientiire ja nende põhjal koostatud kujutluskaardi seletuste abil orienteeruda, seda energiasäästlikumalt ja tulemuslikumalt on neil võimalik ressursipaikadesse liikuda. Kujutluskaarti tuleb looduskeskkonnas toimuvate muutuste tõttu uuendada, et teadmine oluliste objektide asupaiga kohta püsiks ajakohane. Kuna ajakohane teadmine on imetajatele kasulik, kujuneb välja kodupiirkond, kus tihedalt liikudes püsib kujutluskaart värske.

Lisaks kodupiirkonnas liikumisele jagunevad imetajate liikumismustrid veel uutele aladele levimiseks ja elupaikade vahel rändamiseks. Levimisel ja rändamisel peavad imetajad ületama elupaikadevahelist taustakeskkonda. Kui liikumine on taustakeskkonnas takistatud, on elupaigad killustunud. Kõige ohtlikumad taustakeskkonnas liikumist takistavad tõkked on maanteed ja inimasulad. Mida tundlikum on imetaja ruumitaju, seda rohkem võib tal olla tegureid, mis piiravad liikumist.

Elupaikade sidususe taastamiseks on võimalik rajada maanteedele erinevaid loomaläbipääse (ökoduktid ja tunnelid). Nende kujundamisel peaks arvestama sellega, kellele need peamiselt mõeldud on. Inimmõjutusi vältivad liigid eelistavad tunneleid ja ökodukte, mis on asulatest võimalikult kaugel ja oma avara struktuuriga märkamatud. Varjulembesed liigid eelistavad tunneleid ja ökodukte, mis on tiheda taimestikuga ja kinnisema struktuuriga. Sidususe parandamiseks elupaikade vahel kaitstakse ja rajatakse ka rohekoridore.

Summary

The development of terrestrial mammals' movement patterns and the perception of space in natural landscapes

Mammals' movement patterns are dependent of their perception of space. The better mammal could perceive landmarks and orientate in space using cognitive map, the cost efficiently and effectively they find the resource. Cognitive map need to be updated due to changing events in natural landscapes, so that information about important places would be up-to-date. Since up-to-date information is valuable for mammals, home ranges are developed where mammals move frequently.

In addition to mammals' movement within home range, dispersal to new areas and migration between different habitats result in movement patterns. Movement obstructions in habitat matrix causes landscape fragmentation. The most harmful movement barriers regarding population viability, are highways and human settlements. The more sensitive mammal's perception of space is, the more there could be factors that obstruct movement.

To restore habitat continuity it is possible to build different ecopassages (ecoducts and underpassages). When designing these passages it is important to consider the species, the ecopassage will be built. Mammals who avoid human activity prefer underpassages and ecoducts that are located as far away from human settlements as possible, and that are unnoticeable because of open structure. Species that require hiding cover and avoid exposed places prefer underpassages and ecoducts that are with high vegetative cover and constricted structure. Wildlife corridors are also protected and established to restore habitat countinuity.

Tänuavaldused

Soovin tänada kõiki, kes aitasid kaasa selle töö valmimisele. Suurimad tänud lähevad minu juhendajale, Jaanus Remmele, juhendamise, abivalmiduse ja toetuse eest. Lisaks tänan nõuannete ja toetuse eest Anni Aasat, Marii Leinbergi, Miina Lõokest, Raido Konti, oma sõpru ja peret.

Kasutatud kirjandus

- Abreu, M.S.L., & Oliveira, L.R.D. (2014). Patterns of arboreal and terrestrial space use by non-volant small mammals in an Araucaria forest of southern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 86, 807–819.
- Allen, W.L. (2012). Environmental reviews and case studies: Advancing Green Infrastructure at All Scales: From Landscape to Site. *Environ. Pract.* 14, 17–25.
- Andren, H., & Angelstam, P. (1993). Moose Browsing on Scots Pine in Relation to Stand Size and Distance to Forest Edge. *J. Appl. Ecol.* 30, 133.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P.A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biol. Conserv.* 143, 1307–1316.
- Bowne, D.R., Peles, J.D., & Barrett, G.W. (1999). Effects of landscape spatial structure on movement patterns of the hispid cotton rat (*Sigmodon hispidus*). *Landsc. Ecol.* 14, 53–65.
- Brito, D., & Grelle, C.E.V. (2006). Estimating Minimum Area of Suitable Habitat and Viable Population Size for the Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*). *Biodivers. Conserv.* 15, 4197–4210.
- Clevenger, A.P., & Waltho, N. (2000). Factors Influencing the Effectiveness of Wildlife Underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conserv. Biol.* 14, 47–56.
- Clevenger, A.P., & Waltho, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biol. Conserv.* 121, 453–464.
- Clobert, J., Le Galliard, J.-F., Cote, J., Meylan, S., & Massot, M. (2009). Informed dispersal, heterogeneity in animal dispersal syndromes and the dynamics of spatially structured populations. *Ecol. Lett.* 12, 197–209.
- Connolly, T.A., Day, T.D., & King, C.M. (2009). Estimating the potential for reinvasion by mammalian pests through pest-exclusion fencing. *Wildl. Res.* 36, 410.

- Cowan, P.E., & Tyndale-Biscoe, C.H. (1996). Australian and New Zealand mammal species considered to be pests or problems. *Reprod. Fertil. Dev.* 9, 27–36.
- Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecol. Soc.* 14, 21.
- Galende, G.I., & Raffaele, E. (2007). Space use of a non-native species, the European hare (*Lepus europaeus*), in habitats of the southern vizcacha (*Lagidium viscacia*) in Northwestern Patagonia, Argentina. *Eur. J. Wildl. Res.* 54, 299–304.
- Gallistel, C.R., & Cramer, A.E. (1996). Computations on metric maps in mammals: getting oriented and choosing a multi-destination route. *J. Exp. Biol.* 199, 211–217.
- Hansson, L. (2002). Mammal movements and foraging at remnant woodlands inside coniferous forest landscapes. *For. Ecol. Manag.* 160, 109–114.
- Harris, G., Thirgood, S., Hopcraft, J., Cromsight, J., & Berger, J. (2009). Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals. *Endanger. Species Res.* 7, 55–76.
- Heroldova, M., Janova, E., Bryja, J., & Tkadlec, E. (2005). Set-aside plots-source of small mammal pests? *Folia Zool.* 54, 337–350.
- Hirsch, B.T., Tujague, M.P., Di Blanco, Y.E., Di Bitetti, M.S., & Janson, C.H. (2013). Comparing capuchins and coatis: causes and consequences of differing movement ecology in two sympatric mammals. *Anim. Behav.* 86, 331–338.
- Jaeger, J. a. G., & Fahrig, L. (2004). Effects of Road Fencing on Population Persistence. *Conserv. Biol.* 18, 1651–1657.
- Jaeger, J.A.G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., & von Toschanowitz, K.T. (2005). Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecol. Model.* 185, 329–348.

- Kramer-Schadt, S., Revilla, E., Wiegand, T., & Breitenmoser, U.R.S. (2004). Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *J. Appl. Ecol.* *41*, 711–723.
- Kristan III, W.B. (2003). The role of habitat selection behavior in population dynamics: source–sink systems and ecological traps. *Oikos* *103*, 457–468.
- Lesbarrères, D., & Fahrig, L. (2012). Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? *Trends Ecol. Evol.* *27*, 374–380.
- Malo, A.F., Godsall, B., Prebble, C., Grange, Z., McCandless, S., Taylor, A., & Coulson, T. (2013). Positive effects of an invasive shrub on aggregation and abundance of a native small rodent. *Behav. Ecol.* *24*, 759–767.
- Manel, S., Schwartz, M.K., Luikart, G., & Taberlet, P. (2003). Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics. *Trends Ecol. Evol.* *18*, 189–197.
- McArthur, C., & Appleton, R. (2004). Effect of seedling characteristics at planting on browsing of *Eucalyptus globulus* by rabbits. *Aust. For.* *67*, 25–29.
- McDonald, W., & Clair, C.C.S. (2004). Elements That Promote Highway Crossing Structure Use by Small Mammals in Banff National Park. *J. Appl. Ecol.* *41*, 82–93.
- Newcombe, N., Huttenlocher, J., Drummey, A.B., & Wiley, J.G. (1998). The development of spatial location coding: Place learning and dead reckoning in the second and third years. *Cogn. Dev.* *13*, 185–200.
- Pearce, H., & Walters, C.L. (2012). Do Green Roofs Provide Habitat for Bats in Urban Areas? *Acta Chiropterologica* *14*, 469–478.
- Peris, S., & Morales, J. (2004). Use of passages across a canal by wild mammals and related mortality. *Eur. J. Wildl. Res.* *50*.
- Proctor, M.F., McLellan, B.N., Strobeck, C., & Barclay, R.M.. (2005). Genetic analysis reveals demographic fragmentation of grizzly bears yielding vulnerably small populations. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* *272*, 2409–2416.

- Pulliam, H.R. (1988). Sources, Sinks, and Population Regulation. *Am. Nat.* *132*, 652–661.
- Rowcliffe, J.M., Field, J., Turvey, S.T., & Carbone, C. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *J. Appl. Ecol.* *45*, 1228–1236.
- Sanderson, G.C. (1966). The Study of Mammal Movements: A Review. *J. Wildl. Manag.* *30*, 215.
- Schlaepfer, M.A., Runge, M.C., & Sherman, P.W. (2002). Ecological and evolutionary traps. *Trends Ecol. Evol.* *17*, 474–480.
- Schuster, R., Römer, H., & Germain, R.R. (2013). Using multi-scale distribution and movement effects along a montane highway to identify optimal crossing locations for a large-bodied mammal community. *PeerJ* *1*, e189.
- Singh, N.J., & Ericsson, G. (2014). Changing motivations during migration: linking movement speed to reproductive status in a migratory large mammal. *Biol. Lett.* *10*, 20140379–20140379.
- South, A. (1999). Extrapolating from individual movement behaviour to population spacing patterns in a ranging mammal. *Ecol. Model.* *117*, 343–360.
- Spencer, W.D. (2012). Home ranges and the value of spatial information. *J. Mammal.* *93*, 929–947.
- Stronen, A.V., Schumaker, N.H., Forbes, G.J., Paquet, P.C., & Brook, R.K. (2012). Landscape resistance to dispersal: simulating long-term effects of human disturbance on a small and isolated wolf population in southwestern Manitoba, Canada. *Environ. Monit. Assess.* *184*, 6923–6934.
- Taylor, B.D., & Goldingay, R.L. (2013). Facilitated movement over major roads is required to minimise extinction risk in an urban metapopulation of a gliding mammal. *Wildl. Res.* *39*, 685.
- Tsoar, A., Nathan, R., Bartan, Y., Vyssotski, A., Dell’Omo, G., & Ulanovsky, N. (2011). Large-scale navigational map in a mammal. *Proc. Natl. Acad. Sci.* *108*, E718–E724.

Viveiros de Castro, E.B., & Fernandez, F.A.S. (2004). Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. *Biol. Conserv.* 119, 73–80.

White, P.C.L., Ford, A.E.S., Clout, M.N., Engeman, R.M., Roy, S., & Saunders, G. (2008). Alien invasive vertebrates in ecosystems: pattern, process and the social dimension. *Wildl. Res.* 35, 171–179.

Zapletal, M., Sodnompil, B., Atwood, J.L., Murdoch, J.D., & Reading, R.P. (2015). Fine-scale habitat use by Daurian hedgehogs in the Gobi-steppe of Mongolia. *J. Arid Environ.* 114, 100–103.

Kaudselt viidatud allikad

Howe, R.W., Davis, G.J., & Mosca, V. (1991). The demographic significance of “sink” populations. *Biol. Conserv.* 57, 239–255.

Internetiallikad

1. Koch, J. (2013). Highway slaughter: Germany's New Anti Roadkill Offensive. Spiegel Online International.

<http://www.spiegel.de/international/europe/germany-tries-to-curb-roadkill-problem-a-911591.html>

2. Võõrliigid. Keskkonnaministeerium.

<http://www.envir.ee/et/voorliigid>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, _____ Maarja Poska _____ (sünnikuupäev: 21.11.1992) _____,
(*autori nimi*)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
_____ Maismaaimetajate ruumitaju ja liikumismustrite kujunemine loodusmaastikes _____,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____ Jaanus Remm _____,
(*juhendaja nimi*)

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **21.05.2015**